

# Crear cacharros sonoros en clase

Miguel Aparicio

Proyecto didáctico interdisciplinar de arte sonoro, matemáticas, física, artes plásticas y música.

Proyecto educativo realizado en el Colegio Ártica, Madrid, en 2017.

# INDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
TFM Artículo en ANIDA	
<b>2. Justificación del proyecto</b>	<b>4</b>
Creatividad como herramienta educativa	
¿Por qué el arte sonoro?	
TIC.	
Interdisciplinariedad	
<b>3. Objetivos del proyecto</b>	<b>7</b>
Objetivo 1: arte sonoro como herramienta educativa	
Objetivo 2: arte sonoro como contenido educativo	
<b>4. Desarrollo de sesiones</b>	<b>8</b>
<b>5. Unidad didáctica</b>	<b>16</b>
<b>6. Contenidos curriculares de las asignaturas</b>	<b>18</b>
Música, Matemáticas, Educación plástica	
<b>7. Instrumentos y metodología de evaluación</b>	<b>20</b>
Presentaciones del desarrollo del proyecto	
Evaluación informal.	
Evaluación de los proyectos presentados	
Rúbrica de autoevaluación	
<b>8. Proyectos realizados</b>	<b>21</b>
<b>9. Evaluación de los proyectos realizados:</b>	<b>22</b>
Evaluación informal	
<b>10. Valoración del proyecto educativo según el alumnado</b>	<b>23</b>
<b>11. Rúbrica de autoevaluación</b>	<b>24</b>
<b>12. Conclusiones y líneas de futuro</b>	<b>25</b>
Valoración crítica y aportaciones para la mejora	
Posibles líneas de desarrollo de este proyecto	
<b>13. Referencias y webgrafía</b>	<b>27</b>

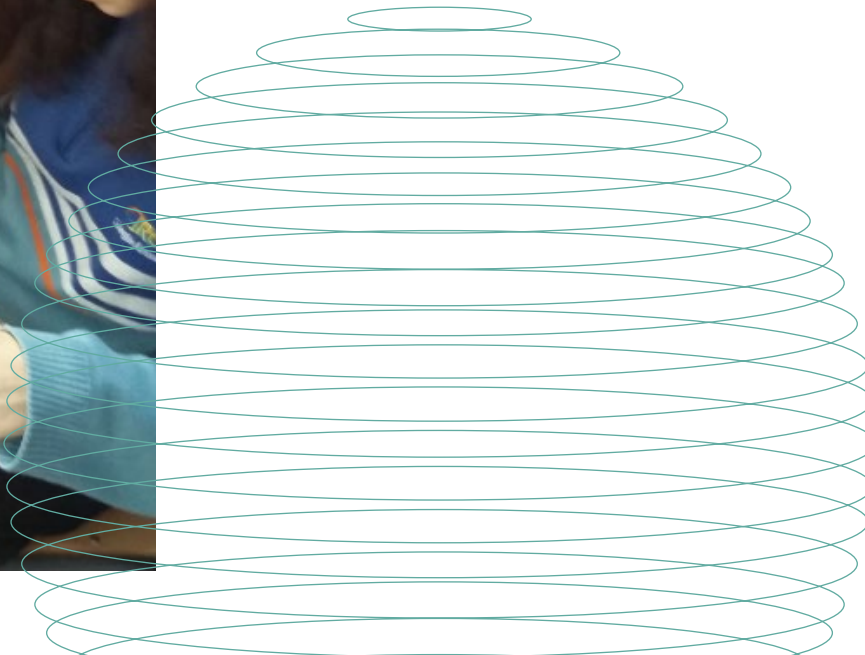


# 1

# INTRODUCCIÓN



Este recurso es la adaptación del TFM “**Proyecto educativo interdisciplinar de matemáticas, física, plástica, música y arte sonoro**”, para convertirlo en un recurso práctico de uso en la escuela, para la publicación en Anida. Este proyecto educativo se llevó a cabo como las prácticas y el TFM del Master en formación del profesorado en el colegio Ártica en 2017. Muchas gracias al equipo de profesores y equipo directivo del colegio que colaboraron con este proyecto.



# 2

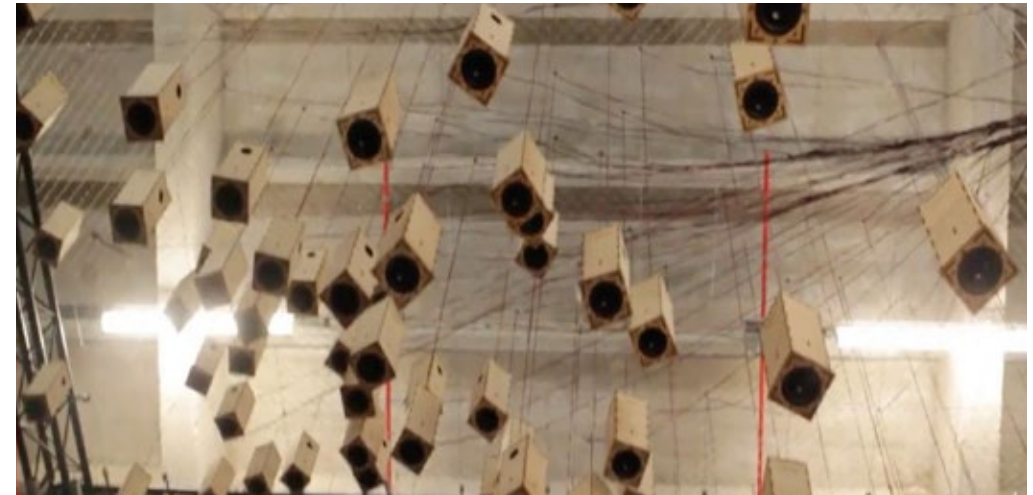
## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Entendemos la creatividad como un contenido actitudinal, fundamental y necesario en el currículo de secundaria. Entendemos la creatividad como: “Esa acción gracias a la cual nos proyectamos hacia el futuro y por la cual combinamos diversas ideas y conocimientos -el acto creador al que hace referencia Vygotsky (1982)- para producir cosas nuevas” (Barbero, 2016, p. 83). La creatividad no sólo está asociada a las artes, en educación secundaria, plásticas, audiovisuales o música, sino que está presente de manera necesaria en todo proceso de creación, innovación o desarrollo. La imaginación, que está vinculada necesariamente al proceso creativo:

es la base de la creación artística, pero también lo es de otras materias científicas y técnicas. Todo lo que ha creado el ser humano ha pasado previamente por el filtro de la imaginación antes de materializarse; el arte permite trabajar esa triangulación entre la captación de la esencia, imaginación y capacidad de síntesis, para llegar a la construcción de lo imaginado y de lo sentido. (Muñiz, 2016, p. 24)

La creatividad no sólo es una necesidad en el caso de las artes, sino también en las ciencias, si queremos que sea una educación que genere motivación, innovación, autonomía, descubrimiento y desarrollo integral.

Si desde pequeños se da alas a nuestra imaginación, y se nos motiva para fantasear con las ideas, crear nuevos escenarios y aceptar diversas soluciones posibles, estaremos favoreciendo el desarrollo de personas motivadas y creativas, capaces de enfrentar los desafíos de la vida. (Barbero, 2016, p.85)



### ¿Por qué el arte sonoro?

El arte sonoro comprende de partida el conjunto de todos los sonidos posibles como materia prima de la creación sonora y, en general, un planteamiento más libre y creativo respecto al sonido que la música en su concepto tradicional.

La escucha activa, la percepción y aprecio por el entorno así como la práctica más libre y lúdica del hecho sonoro puede contribuir al desarrollo perceptivo, personal y crítico del alumno.

Aunque actualmente a nivel sonoro podemos no distinguir las propuestas de música contemporánea con las de arte sonoro, si podemos distinguir una tradición (de escucha, de hábitos, de espacios), respecto a la música y a las artes plásticas.

En el currículo de artes plásticas de secundaria encontramos una carencia respecto a los contenidos de arte sonoro. Como ya hemos visto anteriormente el arte sonoro no está recogido en el currículo de música y en el de artes plásticas, aunque sí hay referencias a lo sonoro, siempre éste está subordinado a lo visual, como en el caso de la parte del temario de audiovisual.

Esto se debería a un planteamiento “ocularcentrista” del arte y el papel de sonido siempre relegado o sumido en lo audiovisual. Un planteamiento sonoro autónomo, tiene otras características que lo visual y otras capacidades que son interesantes y deseables desarrollar.

*La escucha como práctica perceptiva habitual en su interacción con el mundo – empleándose conjuntamente con los otros sentidos-, y como consecuencia, valores el sonido como un elemento físico formativo del entorno y de una dimensión socio-cultural y emocional. Ello se lleva a cabo a través del estudio del Arte Sonoro. De este modo , se contribuye al desarrollo integral del alumno como persona y su saber vivir e integrarse en la sociedad de modo crítico. (Matos, 2013, p.12)*

En la práctica artística del arte sonoro se da una característica que lo hace muy interesante para este proyecto, que sería la interdisciplinariedad (Maderuelo, 2016), aunque esta característica no sea exclusiva del arte sonoro<sup>1</sup>. De la misma manera en las investigaciones de artes experimentales se nutren igualmente de investigaciones con ciencias y técnica (2).

Esta interdisciplinaridad, o capilaridad con otras artes: escultura, instalación, performance, poesía experimental, con la ciencia: matemáticas, física, con la tecnología: computación, electrónica, hacen del arte sonoro una materia especialmente flexible y adaptable a un proyecto educativo interdisciplinar.

---

(1) Sino más bien de las artes experimentales, como definió Cage, en sus prácticas interdisciplinares.

(2) Lingüística, matemáticas, física, computación, antropología, sociología, biología, etc, son disciplinas que han tenido importantes desarrollos e influencia en investigaciones artísticas y en concreto en arte sonoro

(Maderuelo, 2016).



## TIC

Las tecnologías de la información y la comunicación son una competencia transversal, es decir, fundamental en el contenido educativo curricular del alumnado. Además de ser un contenido conceptual y procedimental fundamental en la sociedad en la que vivimos, puede ser una herramienta didáctica utilizada adecuadamente. En este proyecto educativo se entienden las TIC como el resto del proyecto, esto es, de manera interdisciplinar y creativa.

La tecnología, además de tener un contenido curricular puede ser una herramienta didáctica interesante. En este caso vamos a utilizar la programación como herramienta didáctica.



A través de ella los alumnos van a ver ejemplos prácticos de los contenidos que se expliquen en matemáticas y física, además de ser una herramienta de creación. En este caso vamos a utilizar placas electrónicas interactivas (Makey Makey, s.f. ; Arduino, s.f.).



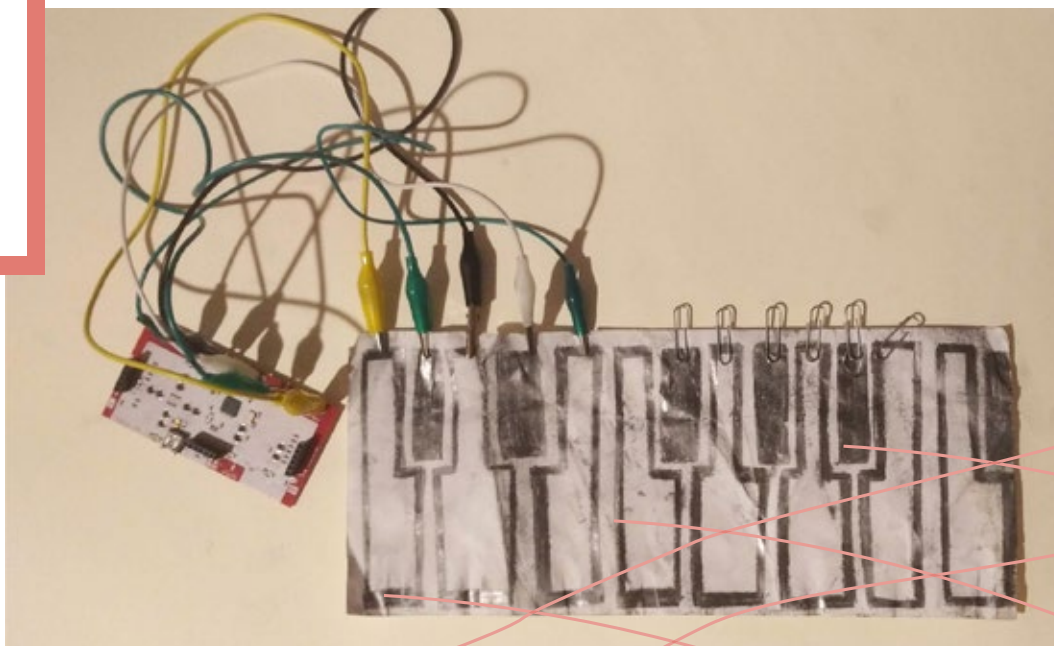
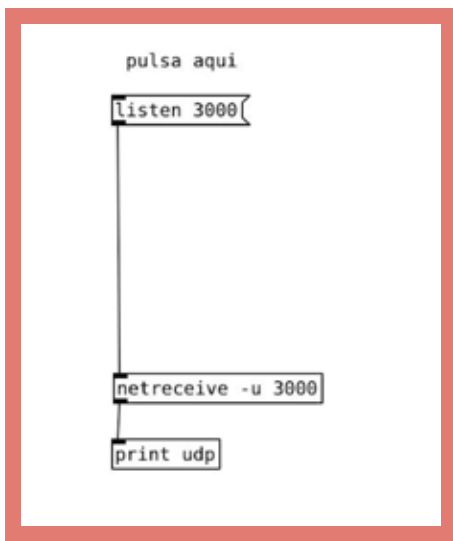
La programación que vamos a utilizar en este proyecto es Pure Data (Pure Data, s.f). Su característica principal es que se trata de una programación de entorno gráfico. A diferencia de las programaciones tradicionales de código es mucho más fácil de aprender porque los comandos y las interacciones entre ellos se dibujan, a través de un entorno gráfico que es el entorno de programación. Esta componente visual de la programación hace que sea mucho más fácil la comprensión de los procesos que se dan en el programa, es menos abstracto que es lo que suele dificultar su aprendizaje por parte de los alumnos. A diferencia de otras programaciones comunes en entornos educativos como Scratch, Pure Data tiene más posibilidades de desarrollo de sonido, tanto a nivel básico como complejo.

Pure data es también una programación gratuita y de código abierto, por lo que es una ventaja a la hora de aplicarlos en ámbitos educativos, ya que no supone una inversión económica adicional.

## Interdisciplinariedad.

La metodología didáctica globalizadora o interdisciplinar tiene una numerosa bibliografía a cerca de las ventajas de esta metodología educativa: El alumnado percibe una enseñanza integral y relaciones las contenidos de unas asignaturas con otras, favoreciendo un aprendizaje significativo.

Sabemos que organizar globalizadamente la enseñanza de los contenidos favorece su aprendizaje significativo dado que se basa en la posibilidad de establecer relaciones entre lo dado y lo nuevo, de modo que no cabe duda de que la organización globalizadora favorece por varios motivos dichas relaciones perfilándose como la solución más pertinente a la hora de organizar los contenidos con el fin de que se realicen aprendizajes funcionales (...). Un aprendizaje será cuanto más significativo cuantas más relaciones puedan establecerse entre lo que ya sabemos y lo nuevo a aprender. (Pareja, 2011, p.2)



# 3

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

### Arte sonoro como herramienta educativa interdisciplinar y como contenido educativo:

#### Objetivo 1: el arte sonoro como herramienta educativa:

1. El arte sonoro es un buen tema conductor de un proyecto interdisciplinar y percepción del hecho sonoro como un fenómeno integral: físico, matemática, expresivo y perceptivo
2. Poner en relación el arte sonoro con otras materias, en sus contenidos curriculares,
  - Matemáticas, Física y tecnología: creatividad y aplicación práctica.
  - Plásticas: Relevancia de hecho sonoro como hecho artístico, no sólo lo visual.
  - Música: interés del sonido no armónico no rítmico. Sonidos de la realidad.
3. Aplicar dinámicas de creatividad y experienciales a asignaturas de mucho contenido abstracto como física y matemáticas.

#### Objetivo 2: el arte sonoro como contenido educativo.

El arte sonoro es un contenido interesante para par a conocer en el aula. La creación sonora no restringida a la música tradicional, y un elemento más de las artes en general. A través del arte sonoro se puede educar la percepción del entorno, la atención y la expresión sonora.

# 4

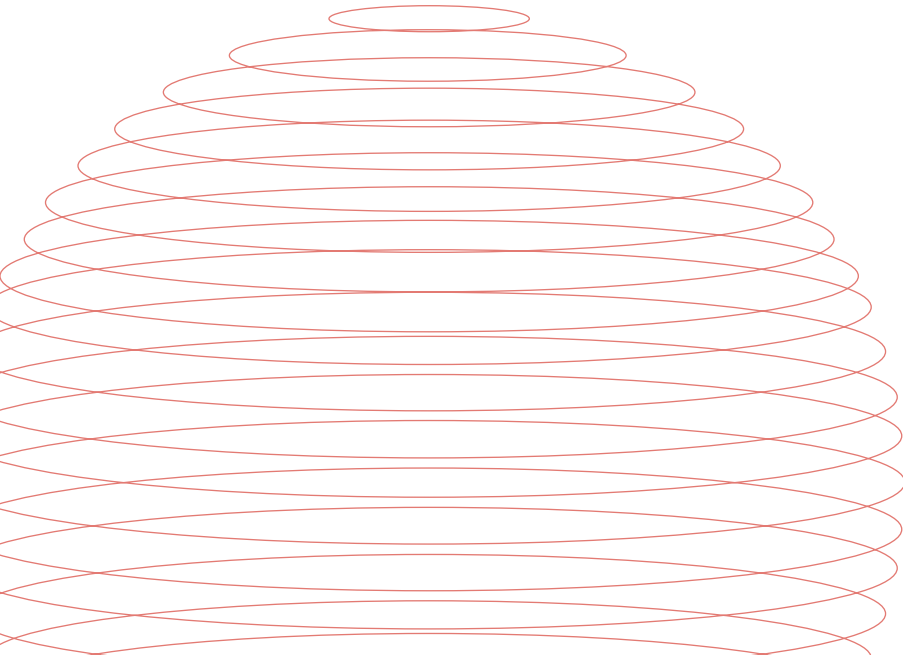
# DESARROLLO DE SESIONES

## Sesión 1

### Planteamiento del proyecto. Introducción al arte sonoro.

En esta primera sesión se explicará a los alumnos en que va a consistir el proyecto:

- » Integración de las cuatro asignaturas a través de un trabajo final con sonido.
- » Se mostrarán tres ejemplos de proyectos de sonido y ejemplos de arte sonoro.



### Ejemplos de proyectos

#### Makey makey

Es un circuito integrado que se puede usar con el ordenador que permite acoplar sensores capacitivos (sensores de contacto) que son traducidos como pulsaciones de un teclado de texto. Esto permite asociarlo a cualquier programa que use el ordenador, con un interface a base de sensores de contacto. Es una herramienta fácil y lúdica de crear dispositivos interactivos sin necesidad de programación. En este caso los aplicaremos a generar dispositivos sonoros.

#### Materiales para ver en clase:

- » [MaKey MaKey - An Invention Kit for Everyone](#)
- » [MaKey MaKey Music Examples](#)



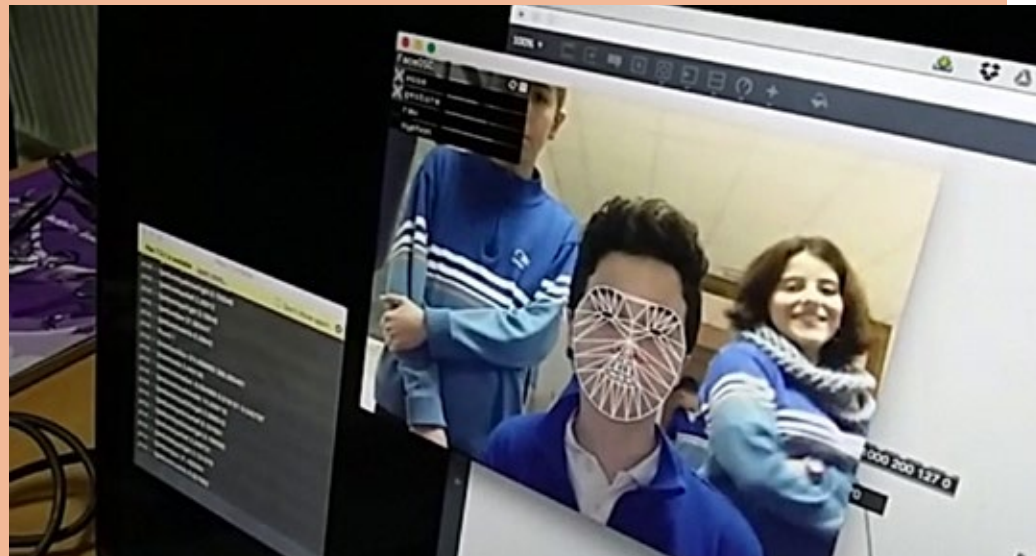
## Pintura conductiva



El grafito es un material conductor que se puede usar para hacer dispositivos electrónicos usando una placa electrónica como arduino. Se puede usar en seco, como mina de un portaminas o lápiz, o en pintura. De esta manera se pueden hacer proyectos con una parte visual o gráfica. Con dibujos o escritura. Esta mezcla del dibujo con lo sonoro es muy atractivo y lúdico para los alumnos.

## Sonografías

## Face Osc



A través del programa de código abierto Face Osc, los alumnos pueden experimentar como el ordenador reconoce que tiene una cara a través de la webcam y es capaz de interpretar algunos parámetros de la cara que reconoce, como tamaño de la boca, movimiento, etc. Estos parámetros se pueden utilizar como elementos de un trabajo con sonido:

**Controlling MIDI with my face!**

## ¿Qué es arte sonoro?

Introducción al arte sonoro a través de algunos ejemplos. En que se parece y en que se diferencia de la música. El arte sonoro dentro de las artes plásticas.

### Ejemplos:

- » Russolo. **Intona rumori**
- » Schwitters. **Ursonate**
- » Miguel Angel Fernández. **Instalación**
- » Steve Reich. **Pendulum**
- » Gary Hill. **Meditations**
- » Francisco López. **La selva**
- » **Mapa sonoro**

## Sesión 2

### ¿Que es escuchar?

La escucha activa es una herramienta fundamental en la educación de la percepción auditiva, la atención y el entorno sonoro.

Se plantea una dinámica lúdica de ejercicio de escucha activa:

Los alumnos, por parejas, darán un paseo por el colegio. Uno de los integrantes llevara los ojos cerrados o vendados. El otro le guiará por el colegio. Después se cambiarán los papeles.

El objetivo de la dinámica, es que al llevar los ojos cerrados, los alumnos centrarán su atención en la escucha. La idea es que reconozcan los espacios que les son familiares, pero esta vez por el sonido.

Indicaciones para prestar más atención a lo que se escucha. ¿hay eco o no?. ¿como suena el suelo al pisarlo?. ¿Hay ruido o hay silencio?. ¿Dónde te encuentras? (reconocer el espacio por el sonido).

El tener los ojos cerrados, se da una situación de juego y de confianza con el otro compañero. Es una dinámica muy lúdica.



## Sesión 3

### ¿Que es el sonido?. Física del sonido.

1. Con un oscilador conectado a un altavoz explicaremos las propiedades físicas del sonido:
  - » El sonido como vibración del aire.
  - » Frecuencia. Sonidos graves y agudos.
  - » Amplitud.
2. Utilizando aplicaciones gratuitas que se pueden utilizar en el móvil veremos un osciloscopio, que es una visualización de las ondas sonoras, y un espectroscopio donde se pueden ver una representación de la composición de frecuencias (espectro) de un determinado sonido.

#### Spectrum Analyzer/Oscilloscope

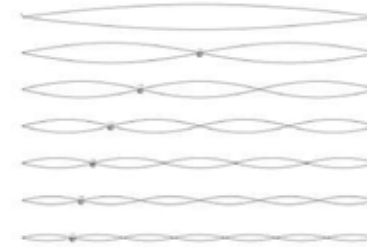
Utilizando aplicaciones para móvil se motiva a utilizar el móvil no sólo como una herramienta de juego sino también de aprendizaje.

## Sesión 4

### Serie armónica. Matemáticas.

Serie armónica es, en música, sucesión de los sonidos cuyas frecuencias son múltiplos enteros positivos de la de una nota base, llamada fundamental.

Pitágoras calculó estas frecuencias en función de las diferentes frecuencias en las que vibra una cuerda, estas vibraciones secundarias llamadas armónicos.:



De esta manera, el primer sonido o frecuencia fundamental, la llamaremos  $f$

- » El segundo sonido(o primer armónico), será la frecuencia fundamental ( $f$ ),  $\times 2$ .
- » El tercer sonido(o segundo armónico), será la frecuencia fundamental ( $f$ ),  $\times 3$ .
- » La afinación pitagórica resulta de relacionar la serie armónica con los tonos musicales, de manera que los tonos musicales (escala cromática), resulta de aplicar proporciones (fracciones de la frecuencia de referencia). Así, la escala en fracciones sería:

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
	9/8	5/4	4/3	3/2	27/16	16/9
522 Hz	587,25 Hz	652,5 Hz	696 Hz	783 Hz	880,875 Hz	928 Hz

#### Objetivos

Entender que en música, cuando escuchamos una nota, en realidad estamos escuchando varias frecuencias a la vez. Estas frecuencias tienen una relación de proporcionalidad.

## Sesión 5

### Programación, pure data.

**Introducción a Pure Data.** Más recursos: <https://puredata.info/>

En esta sesión se realizará la primera toma de contacto con la programación de entorno gráfico pure data.

- » Elementos del entorno: Ventana de patch. Ventana de mensajes.
- » Elementos de funcionamiento: Modo ejecución y modo edición.
- » Elementos de programación: Objeto, mensaje, número, botón.

Se realizará un pequeño programa de cómo hacer un sonido con un oscilador.



## Sesión 6

### Relato sonoro

El relato sonoro es la posibilidad de llevar a cabo una historia solo con sonidos.

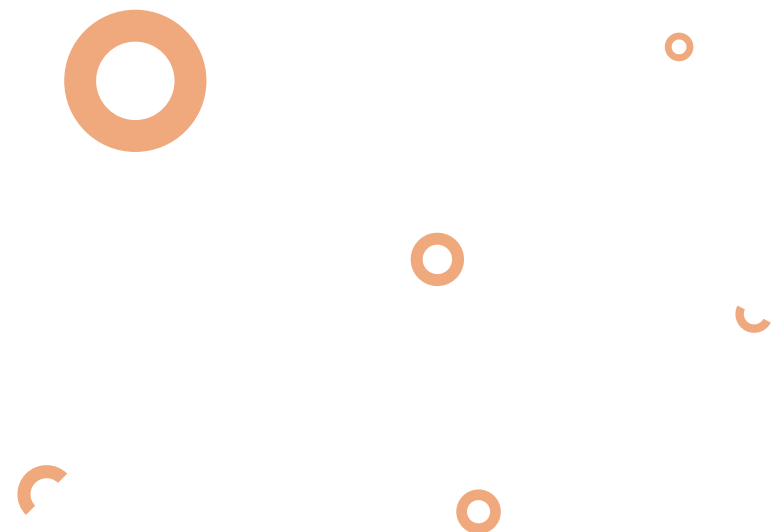
A diferencia de los relatos escritos o audiovisuales, solo se podrán utilizar sonidos para construir una narración.

#### Ejemplo

### Cuento sonoro

Planteamiento del ejercicio:

Por grupos de 5-6. Se elegirá una historia y se grabarán en el colegio los sonidos necesarios con el móvil para construirla. Existen numerosos programas gratuitos para grabar sonido con el móvil.



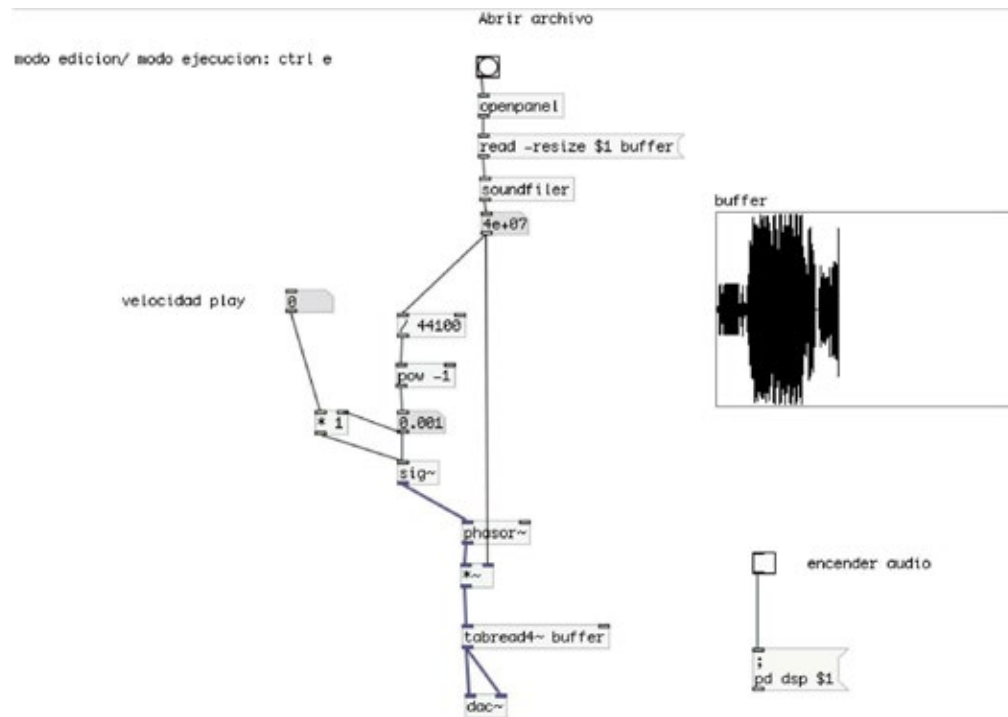


## Sesión 7

### Programación: Reproducir un sonido grabado.

Reproducir un sonido. La velocidad de reproducción afecta al tono.

Con un programa ya hecho los alumnos pueden cargar un sonido grabado por ellos y comprobar como la velocidad de reproducción cambia el tono del sonido.



## Sesión 8

### Dinámica de creatividad. Cómo pensar un proyecto sonoro.

Se llevará a cabo una dinámica de creatividad para ayudar a desarrollar el trabajo del proyecto.

Objetivos de la dinámica: A través de este ejercicio se desarrollará el pensamiento imaginativo y asociativo. El objetivo principal es desbloquear el pensamiento creativo.

La creatividad, de esta manera, está más asociada a la emoción, al juego y la imaginación que a la racionalidad. Se potenciará el pensamiento visual y sonoro.

### Planteamiento de la dinámica

1. Se les pide a los alumnos, por grupos de 5-6, que rellenen una tabla con tres columnas:

En la primera columna se rellena con un sonido que les guste.

En la segunda, cómo se debería escuchar ese sonido. En este caso la manera de escuchar se explica que puede ser una manera no real, una fantasía. Por ejemplo escuchar ese sonido en la luna, debajo del agua, en un coche de carreras.

En la tercera columna se rellena con algo que le guste o que le parezca importante al alumno (en general).

Con los tres elementos de una fila, se pide que se relacionen.

2. Esta dinámica tiene el objetivo de generar ideas que pueden ser absurdas, es un juego de imaginación.

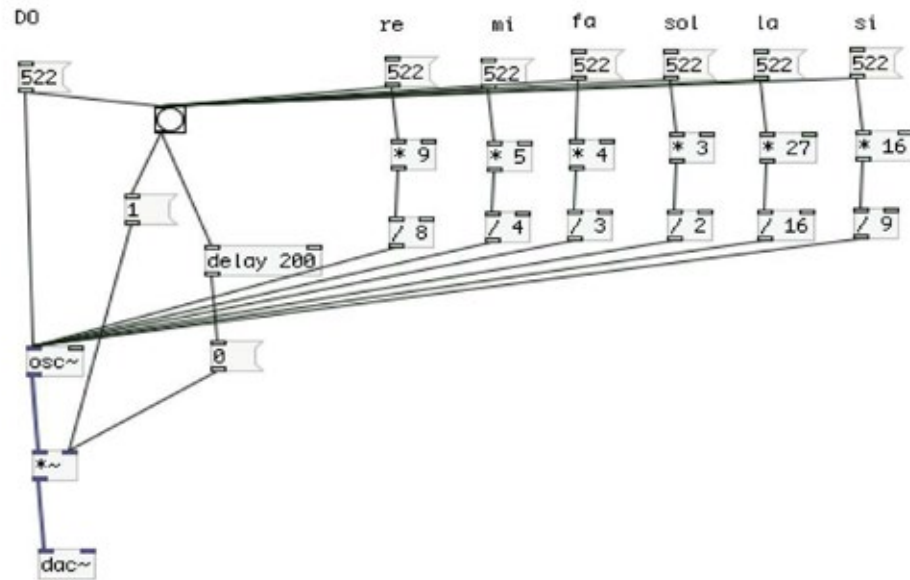


## Sesión 9: Programación: La escala.

Relación con la serie armónica.

Una vez explicada la serie armónica y su relación con la afinación pitagórica se realiza un programa para elegir una frecuencia fundamental y multiplicarla para conseguir una nota.

Con esta programación se realizan operaciones matemáticas con la programación y se observa su resultado sonoro.



## Sesiones 10, 11, 12: Desarrollo de proyecto.

En las siguientes tres sesiones se trabaja por grupos los proyectos sonoros. Se puede utilizar la idea que ha salido de la dinámica de creatividad y también las ideas o materiales que se han ido trabajando en el resto de las sesiones.



### Sesión 13: Presentación de los proyectos seleccionados en las jornadas.

En la jornadas de innovación de didáctica de matemáticas se presentarán una selección de proyectos realizados en clase, idealmente al menos uno por clase. Como se realizará en tres clases (2º A, 2ºB, y 2ºC), se presentarán, al menos, tres proyectos.

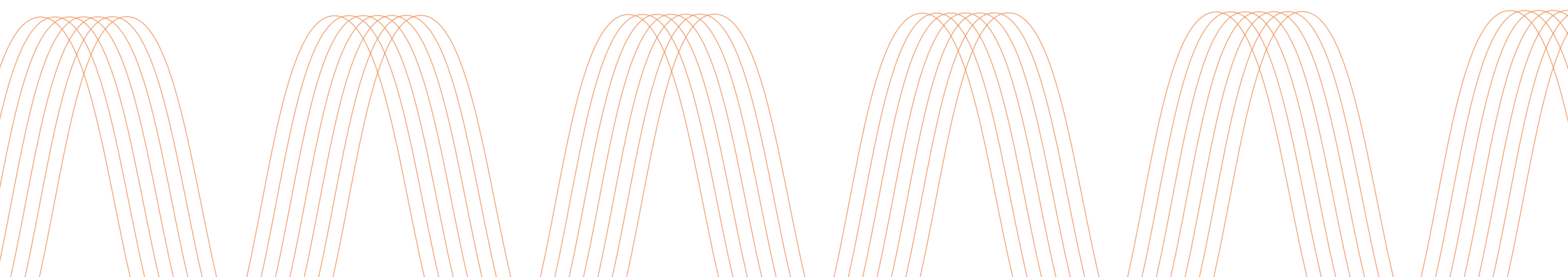


Presentación del proyecto de 2ºB, en las jornadas. Piano táctil con pintura conductiva.

### Sesión 14: Presentación en clase de los proyectos. Autoevaluación.

En clase, por grupos se hará una presentación del trabajo que ha realizado cada grupo.

El resto de los grupos los evaluarán con la rúbrica de autoevaluación, después a sí mismos, y también al proyecto didáctico que se ha llevado a cabo con ellos.



# 5

# UNIDAD DIDÁCTICA

## Objetivos

### Generales

Relacionar física, matemáticas, arte y programación a través del arte sonoro.

### Específicos

- » Conocer la idea de arte sonoro como una forma de arte
- » Realizar operaciones de multiplicación y división con fracciones
- » Conocer y utilizar los elementos básicos de la programación pure data
- » Relacionar la frecuencia de una onda con su sonido
- » Distinguir entre frecuencia y amplitud de un sonido
- » Escuchar y prestar atención sobre el entorno sonoro.
- » Trabajar colaborativamente en un proyecto creativo sonoro
- » Distinguir las notas consonantes y disonantes.
- » Conocer y realizar un relato sonoro.

## Contenidos

### Conceptos

- » Arte sonoro.
- » Programación pure data.
- » Armónico.
- » Serie armónica.
- » Frecuencia.
- » Amplitud.

### Procedimientos

- » Escucha activa
- » Programación
- » Multiplicación y división de fracciones

### Actitudes

- » Trabajo en equipo
- » Creatividad
- » Implicación

## Desarrollo de la actividad

La unidad didáctica se desarrolla a lo largo de las quince sesiones que se explican más adelante.

## HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

La evaluación se llevará a cabo por las actividades que se realizan en clase (evaluación continua), por el trabajo en grupo y por la rúbrica de auto evaluación.

## INDICADORES DE EVALUACIÓN

El alumno/a:

### Comprende:

- » La idea de arte sonoro medio de expresión artística.
- » La diferencia entre frecuencia y amplitud
- » las consecuencias de percepción sonora de la frecuencia y la amplitud
- » lo que es un relato sonoro

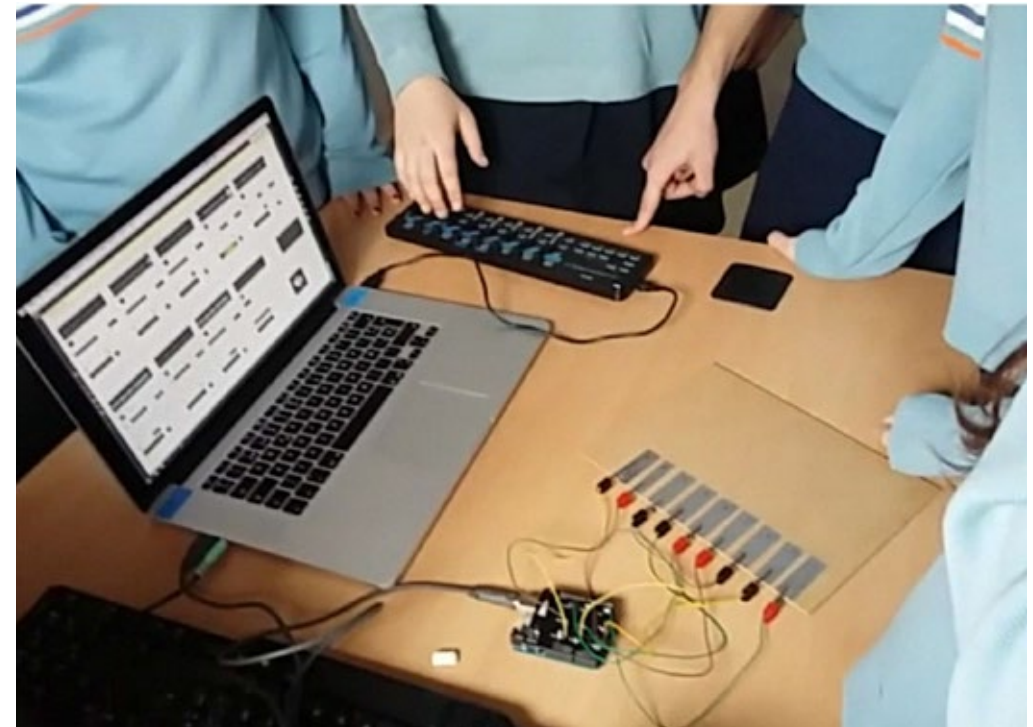
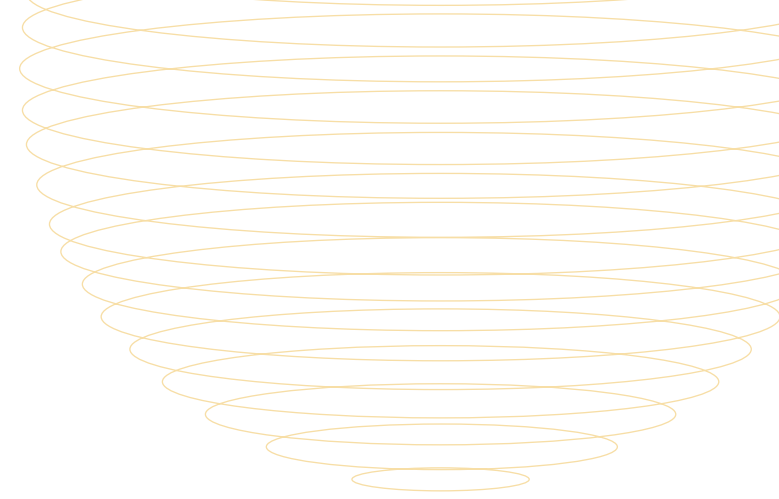
### Demuestra:

- » Que conoce la dinámica de programación en entorno gráfico, que es pure data.
- » Que es capaz de prestar atención sobre su entorno sonoro
- » Que distingue una nota consonante y otra disonante

### Realiza:

- » Un proyecto sonoro creativo en colaboración con su equipo de trabajo

## OBSERVACIONES



# 6

# CONTENIDOS CURRICULARES DE LAS ASIGNATURAS

## 1. Música

### Contenidos curriculares 1er ciclo ESO:

- **Criterios de evaluación:**

1. Reconocer los parámetros del sonido y los elementos básicos del lenguaje musical, utilizando un lenguaje técnico apropiado y aplicándolos a través de la lectura o la audición de pequeñas obras o fragmentos musicales.

- **Estándares de aprendizaje evaluables :**

1.1. Reconoce los parámetros del sonido y los elementos básicos del lenguaje musical, utilizando un lenguaje técnico apropiado.

Frecuencia, Amplitud.

- **Criterios de evaluación:**

9. Explorar las posibilidades de distintas fuentes y objetos sonoros.

- **Estándares de aprendizaje evaluables:**

9.1. Muestra interés por los paisajes sonoros que nos rodean y reflexiona sobre los mismos.

9.2. Investiga e indaga de forma creativa las posibilidades sonoras y musicales de los objetos.

- **Criterios de evaluación:**

1. Utilizar con autonomía los recursos tecnológicos disponibles, demostrando un conocimiento básico de las técnicas y procedimientos necesarios para grabar, reproducir, crear, interpretar música y realizar sencillas producciones audiovisuales.

2. Utilizar de manera funcional los recursos informáticos disponibles para el aprendizaje e indagación del hecho musical.

- **Estándares de aprendizaje evaluables :**

1.1. Conoce algunas de las posibilidades que ofrecen las tecnologías y las utiliza como herramientas para la actividad musical.

1.2. Participa en todos los aspectos de la producción musical demostrando el uso adecuado de los materiales relacionados, métodos y tecnologías

1.3. Utiliza con autonomía las fuentes y los procedimientos apropiados para elaborar trabajos sobre temas relacionados con el hecho musical. (Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. p. 509.)



## 2. Matemáticas

**Contenidos: Fracciones en entornos cotidianos.**

**Fracciones equivalentes. Comparación de fracciones.**

- **Criterios de evaluación:**

1. Utilizar números naturales, enteros, fraccionarios, decimales y porcentajes sencillos, sus operaciones y propiedades para recoger, transformar e intercambiar información y resolver problemas relacionados con la vida diaria.

- **Estándares de aprendizaje evaluables:**

Identifica los distintos tipos de números (naturales, enteros, fraccionarios y decimales) y los utiliza para representar, ordenar e interpretar adecuadamente la información cuantitativa.

Calcula el valor de expresiones numéricas de distintos tipos de números mediante las operaciones elementales y las potencias de exponente natural aplicando correctamente la jerarquía de las operaciones.

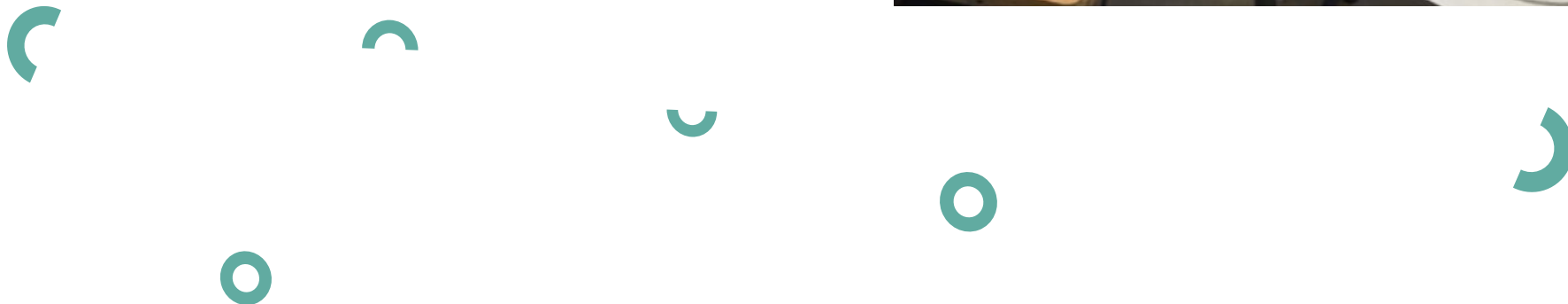
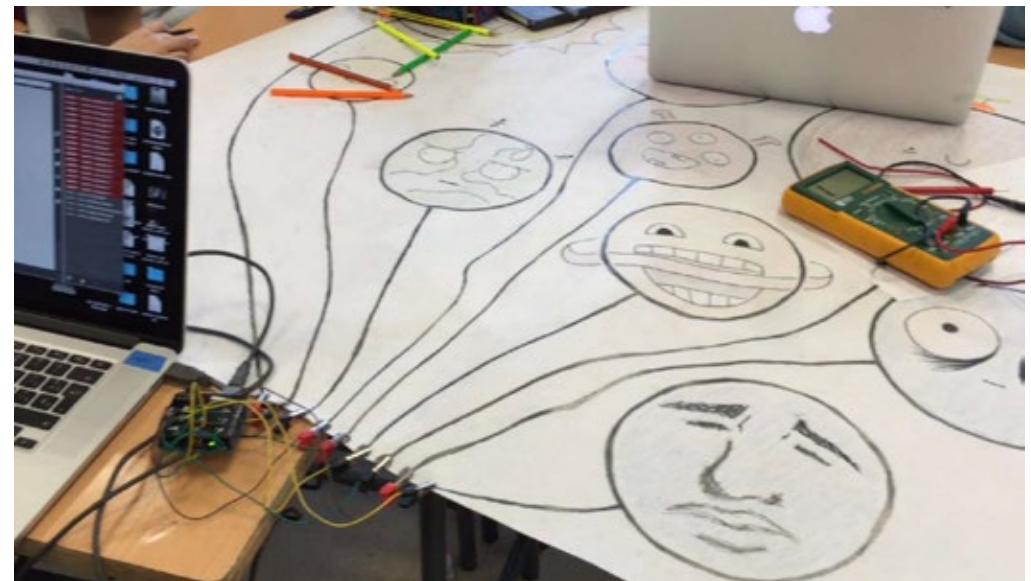
1.3. Emplea adecuadamente los distintos tipos de números y sus operaciones, para resolver problemas cotidianos contextualizados, representando e interpretando mediante medios tecnológicos, cuando sea necesario, los resultados obtenidos. (Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, p. 411).

## 3. Educación plástica

- **Criterios de evaluación:**

1.2. Utilizar de manera adecuada los lenguajes visual y audiovisual con distintas funciones.

1.6. Comprender los fundamentos del lenguaje multimedia, valorar las aportaciones de las tecnologías digitales y ser capaz de elaborar documentos mediante el mismo. (Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, p. 488).



# 7

# INSTRUMENTOS Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

## Presentaciones de los proyectos

Relato del proceso de aplicación del programa educativo.

A través de esta herramienta se puede analizar los detalles del desarrollo de la puesta en práctica de este proyecto educativo. La evaluación de su puesta en práctica es uno de los objetivos de esta investigación.

## Evaluación informal.

Las dinámicas habituales de clase son un herramienta con las que comprobar si se están cumpliendo, en el momento, las expectativas de cumplimiento de los objetivos didácticos. Estas herramientas cotidianas son:

- » Preguntas en clase
- » Ejercicios de clase
- » Tareas planteadas.

## Evaluación de los proyectos presentados.

La evaluación se realiza bajo los siguientes epígrafes: Se evaluará en bajo, medio o alto.

- » Aplicación de los conocimientos para resolver los problemas planteados en el proyecto.
- » Se integran los conocimientos dados en el programa o fuera de él (aprendizaje significativo).

- » Creatividad: Se realizan asociaciones no convencionales entre situaciones, ideas, sensaciones o emociones, y la presentación de éstos.
- » Se ha realizado una observación o percepción atenta de la realidad y las sensaciones que esto genera.
- » Expresión de emociones, pensamientos o sensaciones.
- » Trabajo en equipo.
- » Autonomía en el desarrollo del proyecto.
- » Grado de finalización.

## Rúbrica de autoevaluación.

La rúbrica de autoevaluación se divide en tres apartados:

- » Evaluación de los compañeros
- » Autoevaluación
- » Evaluación del proyecto didáctico

Los dos primeros apartados cumplen una función didáctica ya que a través de la autoevaluación el alumno se hace más consciente de su proceso de aprendizaje y más responsable de él. Es protagonista y más autónomo respecto a su proceso de aprendizaje. De la misma manera nos puede dar información relevante acerca de como alumno percibe su propio proceso de trabajo.

La segunda parte es un feedback a cerca del proyecto educativo, de forma que nos puede dar información de aciertos y errores acerca de su contenido y ejecución.

# 8

## PROYECTOS REALIZADOS

### ESCALA PENTATÓNICA

En una escalera se colocan cinta adhesiva conductiva (metálica) y se conecta a Makey Makey. Se utilizan cinco peldaños de las escaleras como teclado de una escala pentatónica mayor. De manera que al pisar los escalones con los pies descalzos, suenan los sonidos de la escala.

### HISTORIA SONORA

Se recoge un diario sonoro de un día en el colegio. Desde por la mañana, los sonidos de casa, el despertador, la ducha. Después en el colegio, el ruido de las aulas, el timbre de cambio de clase, etc. La presentación se hace con un video realizado con fotos fijas de una imagen asociada al sonido representado.

### HISTORIA DE BALONCESTO

Se ha grabado en vídeo una escena jugando al baloncesto y se ha mezclado con una música bajada de internet.

### NINTENDO

Con sonidos de lluvia bajados de internet se realiza una versión de la música de Mario Bros, el juego de consola Nintendo, variando la velocidad de reproducción de un archivo sonoro.

### PACMAN

Se utilizan unos dibujos con grafito sobre papel que se utilizan como botones capacitivos de el videojuego pacman.

### RELATO SONORO

Se realiza un relato utilizando sonido ambiente grabado, en el que se reproduce una situación de bullying.

### LÁPIZ SONORO

Utilizando un portaminas de grafito, al escribir o dibujar suena el sonido del mar.

### JUDO

Una pieza en video de una escena practicando judo en el polideportivo, donde se escuchan los sonidos de las caídas al hacer las llaves.

### GIF MUSICALIZADO

Con un gif animado, se ve una imagen de un asteroide en llamas, en bucle. Montado sobre vídeo.

### PEZ EMBOTELLADO

En una pantalla se ve un video en bucle de un pez en una pecera. Delante de la pantalla se coloca un bote de cristal lleno de agua, simulando una pecera.

### EMOCIONES

Con una figura hecha en papel con papiroflexia un "comecocos", las caras internas de la figura se colorean con grafito y se conectan a makey makey, para que al tocarlas reproduzcan un sonido asociado a una emoción.

### PROYECTO BALÓN

Grabación en vídeo de dando disparos con un balón de fútbol a la portería, y el sonido del balón chocando contra ésta.

### PIANO GIGANTE

Con pintura conductiva y makey makey se hace un piano pintado sobre una tela que se pone sobre el suelo, y se puede tocar con los pies descalzos.

**Evaluación informal:**

1. Los alumnos han asimilado los conceptos y las habilidades:
2. Operaciones con fracciones
3. Frecuencia y amplitud del sonido
4. La escala tonal cromática como relación proporcionada de frecuencias
5. Manejo básico de la programación pure data
6. El sonido como medio de expresión y comunicación
7. La importancia del sonido en la percepción del entorno

# 10

## VALORACIÓN DEL PROYECTO EDUCATIVO SEGÚN EL ALUMNADO

A la pregunta: “¿Te ha resultado interesante que relacionáramos física, matemáticas, música, arte y programación?” : La nota media ha sido un 8. Acerca de “lo que más te ha gustado”, las respuestas han sido muy variadas, pero las que más respuestas han tenido han sido: Grabar sonidos, escuchar, hacer el proyecto y el makey makey. Sobre lo que menos les ha gustado, muchos han contestado que la programación y también que no les ha dado tiempo a terminar. Si han disfrutado de hacer el proyecto y su nivel de satisfacción la nota media es un 7 (han disfrutado), y un 6 (satisfacción)





## RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN. PROYECTO INTERDISCIPLINAR Y ARTE SONORO.

**Nombre:**

**Clase:**

Valora los proyectos de los demás: de 0 a 10:

Nombre del proyecto	Implicación	Trabajo	Me gusta/ no me gusta:
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Valora tu trabajo:

Sobre el trabajo en el que has participado con tu grupo:

De 0 a 10: He disfrutado/ me ha gustado hacerlo:

De 0 a 10: Estoy satisfecho/a de como ha quedado:

Opcional: ¿por qué?

Valora tu trabajo en equipo:

De 0 a 10:

¿Has aportado ideas al equipo?

¿Has tenido iniciativa?

¿Has escuchado las ideas de los otros?

¿Crees que te has implicado, te has esforzado en la realización del proyecto?

Valora el interés del proyecto:

De 0 al 10: ¿te ha resultado interesante que relacionáramos física, matemáticas, música, arte y programación?

Describe con tus palabras que has aprendido en este proyecto:

¿Qué es lo que más te ha gustado/ha tenido interés?

¿Que es lo que menos te ha gustado/ no te interesaba/ te has aburrido?

Opcional: ¿por qué?:

### Valoración crítica y aportaciones para la mejora.

La valoración del proyecto es que las propuestas del proyecto en sus cuatro objetivos principales, interdisciplinariedad, arte sonoro, creatividad y TIC, han cumplido los objetivos que se han propuesto, según lo que hemos planteado inicialmente. La parte crítica o mejorable y por tanto también de aprendizaje ha consistido sobre todo en los problemas que conlleva la implantación o llevar a cabo un proyecto de estas características. Es mejorable la ejecución del proyecto en la parte práctica: secuenciación, claridad expositiva o de explicación de los objetivos. En general, dinámicas relacionadas con la práctica docente.

Llevar a cabo un proyecto interdisciplinar implica una imprescindible disposición y coordinación entre profesores, con sus diferentes horarios y opiniones sobre los contenidos y maneras de llevarlo a cabo. Lo que implica un trabajo adicional que no siempre se puede o se quiere emplear. En todo caso llevar a cabo un proyecto de innovación educativa requiere una intensa planificación de contenidos y de recursos humanos.

Igualmente requiere también una coordinación y una planificación de los recursos técnicos necesarios para llevar a cabo este proyecto, como ordenadores, ordenador del profesor, proyector de vídeo, equipo de sonido, internet, que no siempre están disponibles, no siempre funcionan, o no siempre están disponibles en los centros educativos.

La conclusión general es que el arte sonoro es una materia muy interesante y versátil como contenido y como recurso educativo para aplicar en el aula. La falta de costumbre en el tratamiento del sonido en clase puede ser una ventaja y un inconveniente, dado que se trata de una sorpresa y novedad y esto puede jugar a favor de la dinámica, generar curiosidad y motivación. Por otro lado puede causar extrañamiento o dificultad al alumno para entender las dinámicas propuestas.

Prestar atención a la escucha activa frente a la hegemonía de la imagen puede ser una herramienta útil para fomentar la atención, como oposición a unos hábitos perceptivos centrados en una alta estimulación visual y multitarea que parece generalizarse entre los adolescentes. El arte sonoro se puede usar como dinámica específica: percepción del entorno, atención, expresión sonora, o bien como recurso educativo: en relación a otras materias matemáticas, física, ciencias naturales, tecnología y también en combinación con dinámicas y metodologías de creatividad.

El arte sonoro es una materia bastante desconocida en la sociedad española en general, y por tanto en la comunidad educativa, aunque recientemente se puede ver como está creciendo su interés y sus aplicaciones educativas.

## Posibles líneas de desarrollo de este proyecto:

Otra línea de trabajo a desarrollar, sería crear un programa educativo centrado en el desarrollo de contenidos de la asignatura Tecnología.

Utilizando contenidos de arte sonoro y otras propuestas de arte interactivo, realizar un programa educativo de tecnología, arte y creatividad.

También se pueden encontrar relaciones con otras disciplinas, como literatura, sobre todo a través del relato sonoro y con las ciencias naturales, ciencias sociales e historia, en este caso con el paisaje SONORO.

El nivel de los contenidos y complejidad se puede adaptar al nivel del curso para el que está planteado el proyecto. En el caso de matemáticas, también hay un posible desarrollo con azar, probabilidad y estadística como técnicas de composición en la música contemporánea como John Cage y Xenakis, por ejemplo.



### Referencias:

- Barbero, A.M. (2016). Creatividad y emoción . En Didáctica de las artes plásticas y visuales en Educación Infantil pp. 19-53. Logroño: Universidad Internacional de La Rioja.
- Bernal, A. (2015). Crónica de un intento de diferenciación entre música y arte sonoro. Sul ponticello. Revista on-line de música y arte sonoro. [En línea]. <<http://www.sulponticello.com/%C2%BFes-el-arte-sonoro-la-nueva-musica/#.WSL-pRPYjdQ>>
- Casals Ibañez, A. Carmen, C. y González-Martín C.(2014). La música también cuenta: combinando matemáticas y música en el aula . Revista Electrónica de Música en la Educación. Number 34 (December, 2014), pp. 1-17.
- Comelles, E., Ortuño, F.( 2015). El Espacio audible. una primera aproximación a mostrar sonido en el espacio. Eufonía, nº 65. Pp. 9-13.
- Maderuelo, J. (2016). El largo trayecto: de la música al arte sonoro. En Escuchar con los ojos. Arte sonoro en España, 1961-2016. Fundación Juan March. Madrid.
- Matos Capote, J. (2013): El arte sonoro en el aula. Escuchar el entorno. (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de la Laguna. [En línea]. Recuperado de <[www.academia.edu/8020492/El\\_arte\\_sonoro\\_en\\_el\\_aula](http://www.academia.edu/8020492/El_arte_sonoro_en_el_aula)>
- Muñiz de la Arena, A. (2016). La importancia del arte en la educación . En Didáctica de las artes plásticas y visuales en Educación Infantil pp. 19-53, Logroño: Universidad Internacional de La Rioja.
- Pareja, J. A. (2011). Modelos globalizadores y técnicas didácticas interdisciplinarias. En M. Lorenzo (Coord.): Didáctica para la educación infantil, primaria y secundaria (pp. 167-198). Madrid, Universitas.
- Rado Moya, R. (2016). Arte Sonoro: aproximación al concepto y su importancia en la educación . (Trabajo Final de Grado). Universidad de Cantabria. [En línea]. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8611/RadoMoyaRaquel.pdf?sequence=1>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, núm. 3, de 3 de enero de 2015 , pp. 169 a 546 . Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

## Referencias de webgrafía

- Alterarte09 (2009 a). Videos de proyectos de intervención urbana. Recuperado de [http://www.mundojoven.org/murcia/alterarte09\\_priu/](http://www.mundojoven.org/murcia/alterarte09_priu/)
- Alterarte09 (2009 b). Catálogo Alterarte09. Recuperado de <http://estaticojuventud.carm.es/wmj/alterarte09/>
- Aparicio, M. (2017). Recursos educativos de arte sonoro. Recuperado de <http://miguelaparicio.weebly.com/recursosartesonoro.html>
- Arduino (s.f). Arduino. Recuperado de <https://www.arduino.cc/>
- Aronías (2017). Talleres. Recuperado de <http://aronias.es/el-espacio-para-revelar-tiene-que-ser-oscuero/>
- Batalla, Romero y Díaz (2009). Dando la lata [Archivo de video]. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/prinia/index.php/practica/27.html>
- CA2M (2014). Vender la moto.Taller de performance y sonido con Nilo Gallego. Recuperado de <http://ca2m.org/es/educacion-historico/item/1224-vender-la-moto>
- CA2M (2016). Taller de ruido y ciudad. Recuperado de <http://ca2m.org/es/primaria/taller-de-ruido-y-ciudad>
- EducaThyssen (2012). Congreso de la acción a la reflexión. Recuperado de <https://www.educathyssen.org/centro-estudios/educacion-museos/congreso-accion-reflexion>.
- Gallego (s.f). Workshops de Nilo Gallego. Recuperado de <http://www.teatron.com/nilogallego/blog/workshops/>.
- Insonora (s.f). Insonora. Muestra de arte sonoro e interactivo. Recuperado de <http://in-sonora.org/>
- La Casa Encendida (s.f). Talleres de radio. Recuperado de <http://www.lacasaencendida.es/cursos/audiovisuales/talleres-radio-4107>.
- La sonidera (s.f). La sonidera. Recuperado de <http://lasonidera.blogspot.com.es/>
- Makey Makey (s.f). Makey Makey. Recuperado de <http://makeymakey.com/education/>
- Pure Data (s.f). Pure data. Recuperado de <https://puredata.info/>
- Sociedad Española de Acústica (2017). Concurso “Los sonidos de mi entorno”. Adjudicación de premios. Recuperado de <http://www.sea-acustica.es/index.php?id=751>
- Twitterresidencias (2016). Juan Jesús Yelo. Recuperado de <http://twitterresidencias.wixsite.com/insonora/juan-jesus-yelo>
- Twitterresidencias (s.f). Twiter residencias. Sobre nosotros. Recuperado de <http://twitterresidencias.wixsite.com/insonora/sobre-nosotros>
- Yelo, J.J. (2012). Paisajes sonoros. Escuchando la pintura. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=EpKKCjWK3FI>
- Yelo, J.J. (2017). Una aproximación a los paisajes sonoros de Murcia [Archivo de video]. Recuperado de [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Los%20sonidos%20de%20mi%20entorno/Secundaria\\_Video\\_2do\\_Premio.%20Murcia.mp4](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Los%20sonidos%20de%20mi%20entorno/Secundaria_Video_2do_Premio.%20Murcia.mp4)



## Webgrafía adicional

- BlackBlack. AlwaysBlackBlack. (2014). Francisco López - La Selva [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NwrrTAX07TI>
- Respuestas Veganas. (2017). Experimento con la frecuencia de resonancia del sonido [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=3uiolKwITpE>
- RIVOIRE .(2014). Artista decifra música en la corteza de los Árboles[Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=f2DXEpDUNe8>
- TheCAOSMOSIS. (2011) Gary Hill - Mediations (towards a remake of Soundings), 1986 [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=V42EyFHNdkw>
- Aparicio, M. (s.f). Sonografías. Recuperado de <https://miguelapario.net/sonografias>
- Chrome music lab (s.f). Chrome music lab. Recuperado de <https://musiclab.chromeexperiments.com/>
- Cournoyer, L.[Laurent Cournoyer]. (2010). Schwitters. Ursonate (1932) [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=6X7E2i0KMqM>.
- DeVries, A.[Austin DeVries].(2013). Controlling MIDI with my face![Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=utXTsf8kMm4>
- Dos Santos, M [pmarcelodss] (2013). Cuento sonoro. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=unXsNeaACFs>
- Fernandez, M.A. [Miguel Angel Fernández].( 2016) . Humanless 18. Instalación sonora para orquesta de cámara [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=XymOIsXYKeE>
- Google play (s.f). Spectrum Analyzer/Oscilloscope. Recuperado de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.childishdesign.hearit&hl=es>
- Langlois, P. [Philippe Langlois].(2014). Pendulum Music Steve Reich 1968 [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=fU6qDeJPT-w>
- Rato, D.[David Rato]. (2012) . Luigi Russolo, Intonarumoris, 1913[Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=BYPXAo1cOA4>
- Rosembaum, E. [Eric Rosenbaum].(2013). MaKey MaKey Music Examples. [Archivo de video].Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=wkPt9MYqDW0>
- Silver, J. [Jay Silver].(2012). MaKey MaKey - An Invention Kit for Everyone [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=rfQqh7iCcOU>
- skinmotion (s.f). Skin Motion. Recuperado de <https://skinmotion.com/>
- Soinumapa (s.f). Soinumapa. Recuperado de <http://www.soinumapa.net/?lang=es>



The background is a solid teal color. It is decorated with numerous white, thin, wavy lines that create a sense of movement and depth. Scattered throughout the background are several grey geometric shapes, including circles and semi-circles, some of which are partially obscured by the white lines.

# Instrucciones para hacer cacharros sonoros en clase

## Del TFM:

Proyecto educativo interdisciplinar de matemáticas, física, plástica, música y arte sonoro.



## Recurso didáctico:

Crear cacharros sonoros en clase. Proyecto didáctico interdisciplinar de arte sonoro, matemáticas, física, artes plásticas y música.



## Justificación

### Creatividad

No sólo es una necesidad en el caso de las artes, sino también en las ciencias, si queremos que sea una educación que genere motivación, innovación, autonomía, descubrimiento y desarrollo integral

### Arte sonoro

Escucha frente al ocularcentrismo

Creatividad sonora frente a la música "tradicional"

### Tecnologías digitales

Uso de la tecnología como herramienta didáctica y creativa.

### Interdisciplinariedad

La diversidad del arte sonoro se traduce en que se puede aplicar a multitud de materias.

se lleva a cabo una enseñanza integral y relaciones las contenidos de unas asignaturas con otras, favoreciendo un aprendizaje significativo.

## Objetivos del proyecto

### Arte sonoro como herramienta educativa:

1. El arte sonoro es un buen tema conductor de un proyecto interdisciplinar y percepción del hecho sonoro como un fenómeno integral: físico, matemático expresivo y perceptivo
2. Poner en relación el arte sonoro con otras materias, en sus contenidos curriculares:
  - Matemáticas, Física y tecnología; creatividad y aplicación práctica.
  - Plásticas: Relevancia de hecho sonoro como hecho artístico, no sólo lo visual.
  - Música: interés del sonido no armónico no rítmico. Sonidos de la realidad.
3. Aplicar dinámicas de creatividad y experienciales a asignaturas de mucho contenido abstracto como física y matemáticas.

### ARTE SONORO COMO CONTENIDO EDUCATIVO.

La creación sonora no restringida a la música tradicional, y un elemento más de las artes en general. A través del arte sonoro se puede educar la percepción del entorno, la atención y la expresión sonora.